

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-213929
(P2002-213929A)

(43) 公開日 平成14年7月31日 (2002.7.31)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード [*] (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|-------------------------|
| G 0 1 B 11/24 | | G 0 1 C 3/06 | V 2 F 0 6 5 |
| G 0 1 C 3/06 | | G 0 6 T 1/00 | 3 0 5 A 2 F 1 1 2 |
| G 0 6 T 1/00 | 3 0 5 | | 3 1 5 5 B 0 4 7 |
| | 3 1 5 | | 4 0 0 D 5 B 0 5 7 |
| | 4 0 0 | G 0 1 B 11/24 | K |
| | | 審査請求 有 | 請求項の数 9 O L (全 7 頁) |

(21) 出願番号 特願2001-331388(P2001-331388)

(22) 出願日 平成13年10月29日 (2001. 10. 29)

(31) 優先権主張番号 2 0 0 0 - 6 3 4 0 2

(32) 優先日 平成12年10月27日 (2000. 10. 27)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 590002426

コリア インスティテュート オブ サイ
エンス アンド テクノロジー
大韓民国、ソウル 136-791、スンブクー
ク、ハウオルコックードン 39-1

(72) 発明者 劉 凡材

大韓民国ソウル特別市蘆原区中溪洞366
ライフアパート109棟1207号

(72) 発明者 吳 尚録

大韓民国ソウル特別市松坡区梧琴洞44 現
代アパート23棟804号

(74) 代理人 100078868

弁理士 河野 登夫 (外1名)

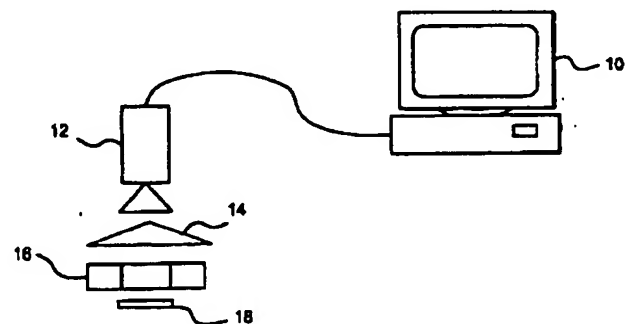
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体パッケージの3次元視覚検査方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、集積度が高度化し、素子が小型化する高密度半導体パッケージの3次元検査に使用することが出来る半導体パッケージの3次元視覚検査方法及び装置に関する。

【解決手段】 LED照明16と1台のカメラ12と、距離情報を計算するためのステレオ映像を得られる光学系14を使用し、検査対象のパッケージ18の目標点からカメラ12までの距離を計算し、それに近似された3次元空間上で平面の方程式を計算した後、各目標点の3次元情報の平面との距離の分布を分析してパッケージ18全体の平面図検査を行なう。レーザ光源のような特別な光源無しで、1台のカメラ12のみを使用するので、従来に比して価格を50%以下にすることが出来る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 検査対象であるパッケージ素子からの反射光を二分する光学系と、
該光学系が二分した反射光をステレオ映像として読み込む1台のカメラと、

該カメラが読み込んだステレオ映像信号を映像処理して3次元視覚検査を行なう映像処理システムとを備えたことを特徴とする半導体パッケージの3次元視覚検査装置。

【請求項2】 前記光学系は、ガラス及び／又は水晶を含む透明物質を三角柱体の形状に形成してあることを特徴とする請求項1に記載の半導体パッケージの3次元視覚検査装置。

【請求項3】 照明手段としてLED照明を更に備えることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体パッケージの3次元視覚検査装置。

【請求項4】 前記パッケージ素子がボールグリッドアレイ (BGA) パッケージである場合、前記照明手段はリング形状のLED照明であることを特徴とする請求項3に記載の半導体パッケージの3次元視覚検査装置。

【請求項5】 カメラ及び光学系の内部パラメーターを決定するために3次元情報が既知である目標物を使用してカメラの較正を行なう第1ステップと、検査対象であるパッケージ素子からの反射光を前記光学系を通過させて二分することによって空間上の一つの点が映像平面に二つの点として現われるステレオ映像を読み込む第2ステップと、

前記ステレオ映像中の相互に一致する特徴点を抽出する第3ステップと、前記抽出した二つの特徴点の間のディスパリティを計算する第4ステップと、該第4ステップで計算されたディスパリティから一致点までの距離及び3次元座標を計算する第5ステップと、該第5ステップで計算された3次元情報を使用して、空間上の平面を推定する第6ステップと、前記空間上の平面に対する各特徴点の相対的な分布を分析して平面性検査を行なう第7ステップとを含むことを特徴とする半導体パッケージの3次元視覚検査方法。

【請求項6】 前記第3ステップにおいて、検査対象がボールグリッドアレイパッケージ素子である場合、映像特徴点は球形状のボールの頂点であることを特徴とする請求項5に記載の半導体パッケージの3次元視覚検査方法。

【請求項7】 前記第3ステップにおいて、検査対象がスモールアウトラインパッケージ (SOP) 素子の場合、映像特徴点はアウトライン端部の角であることを特徴とする請求項5に記載の半導体パッケージの3次元視覚検査方法。

【請求項8】 前記第5ステップにおいて、3次元距離 Z_p は

$$k_1 = k_2 \cdot t_z, \quad k_2 = 1 / (2 \cdot \alpha_u \cdot \tan \delta),$$

$$\alpha_u = f / c_x$$

である場合において、

$$1/d = (k_1 / Z_p) + k_2$$

但し、 d は映像上で計算されたディスパリティ

Z_p は特徴点までの距離 (3次元距離)

k_1 、 k_2 はカメラ内部のパラメーター

t_z は映像平面と光学系までの距離 (mm)

δ は光学系の有効内角 (Radian)

f はカメラレンズ22の焦点距離 (mm)

c_x はカメラの映像センサセルの一つのX軸方向の長さ (mm)

で表わされることを特徴とする請求項5に記載の半導体パッケージの3次元視覚検査方法。

【請求項9】 前記第6ステップにおいて、平面方程式は、 a 、 b 、 c 、 d が抽出された平面方程式の係数である場合において、

$$a \cdot x + b \cdot y + c \cdot z = d$$

であることを特徴とする請求項5に記載の半導体パッケージの3次元視覚検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体パッケージの3次元視覚検査方法及び装置に関し、より詳細には、集積度が益々高まり、素子の大きさが小さくなりつつある高密度半導体パッケージの3次元検査を、1台のカメラのみを使用して行なうことが出来る半導体パッケージの3次元視覚検査方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、半導体素子の集積度が高まり、素子のサイズが急激に小さくなることに伴って、高密度素子に適合するボールグリッドアレイ (BGA: Ball Grid Array) パッケージ、PQFP (Plastic Quad Flat Package) 及びスモールアウトラインパッケージ (SOP: Small Outline Package) タイプのパッケージを使用した素子の生産が増加している。

【0003】 ここで、BGAパッケージは素子の底面に丸いボール形状の鉛を貼り付け、電子回路基板のスルーホールに直接加熱して貼り付ける方式である。また、SOPパッケージはパッケージと素子の四方に最も細いアウトライン (Out Line) 等を粗密に貼り付ける方式である。

【0004】 前記PQFP及びSOPタイプのパッケージの場合、従来は隣接するアウトラインの間隔が1.0mm以上であるモデルが多かったが、近年は人間の目では識別し難い水準である0.2mm以下のモデルも多く生産されるようになっており、3次元検査の必要性が認識されている。即ち、上述したパッケージ等は電子回路基板の上端及び下端で熱を加えつつ、圧力を加えて組み立てるため、素子の底面に貼り付けたボールの高さが一定でなければ接触不良が生じて基板全体が使用不可能になる。このような問題点を解決するために、素子のアウトライ

ン等、またはボール等の高さが一定であるか否かを予め検査する技術が必要になる。

【0005】そのような従来の技術の内、3次元検査方法は2台のカメラを用いた接近方式、または相互関係を認識しているカメラとレーザ光源とを用いた接近方式等を使用して、カメラでボールまたはアウトラインまでの距離を計算し、これによって構成される平面を決定することによって、高さが均一であるか否かを判断していた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、2台のカメラを使用する方式は素子の大きさが小さくなるに伴ってカメラを設けることが非常に困難になり、このために測定精度が低下するという問題があった。

【0007】また、カメラとレーザ光源とを用いる方式では、レーザ光源のみならず、0.1mm以下の薄い厚さのレーザ光を発生させるための装置を必要とするため、設備全体のコストが高騰し、またカメラとレーザ光源との間の相互関係の抽出が難しいという問題があった。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は上述した問題点を解決するためになされたものであって、レーザ光源のような特殊な光源を別途必要とはせず、1台のカメラのみを使用して3次元視覚検査を行なうことによって、既存の3次元検査設備と比較してもシステム価格を50%以下に抑えることが可能な半導体パッケージの3次元視覚検査方法及び装置を提供することを目的とする。

【0009】前述した目的を達成するために、本発明は近年の半導体集積度の高度化、素子自体の小型化に伴って要望されている半導体パッケージの3次元検査を行なうことが出来る1台のカメラのみを使用した視覚検査方法及びそのための装置を提案する。

【0010】具体的には、本発明は素子の底面に丸いボール形状の鉛を貼り付けて電子回路基板のスルーホールに直接加熱して組み付けるボールアレイグリッド(BGA:Ball Grid Array)パッケージのボール高さ、または素子の四方に極めて細いアウトライン等を粗密に貼り付けるスモールアウトラインパッケージ(SOP:Small Outline Package、TSOPまたはTTSOP)のアウトライン高さ等を一台のカメラのみで測定することが可能な3次元視覚検査方法及びそのための装置の提供を目的とする。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図1乃至図8を参照してその実施の形態について具体的に説明する。図1は本発明に係る半導体パッケージの3次元視覚検査方法に使用する装置(本発明装置)の構成例を示す模式図である。

【0012】検査対象になるパッケージ素子18の上部に照明手段16が配置されており、この照明手段16によってパッケージ素子18を照明し、その上部のカメラ

12とパッケージ素子18との間に光学系14、具体的にはたとえばプリズムが介在させてある。

【0013】なお、照明手段16は必ずしも必要ではなく、自然光を利用することも勿論可能である。更に、図1に示す実施の形態においては、パッケージ素子18の上部に照明手段16が、その上部にカメラ12が、パッケージ素子18とカメラ12との間に光学系14が配置されているが、パッケージ素子18が固定されていれば、装置全体が上下逆であっても、また横向きであってもよい。

【0014】光学系14を介して得られたステレオ映像は1台のカメラ12に読み込まれ、この映像信号は映像処理システム10へ入力されて映像処理され、3次元視覚検査が行なわれる。即ち、カメラ12から目的とする点までの距離を測定することによって、主要な特徴点の共面性(coplanarity)が測定され、平面性が検査される。

【0015】なお、映像処理システム10はPC基板、または内蔵システム(Embedded System)でもよい。また、光学系14はガラス、水晶等の透明物質で構成され、三角柱体の形状に形成されている。

【0016】なお、照明手段16を使用する場合は、LED照明を使用することが望ましい。その理由は、LED照明はそれ自体で難反射特性を有しており、反射率が高い金属の表面のような対象物体の表面で部分的に反射される不均一な反射光を除くことによって、安定的な映像を得ることが出来るためである。また、BGAパッケージのボールは球形状であるので、リング形状の照明を低い高さで使用することにより、ボールの周辺が明るく光り、中心部分が暗くなるため、ドーナツ形状の映像を得ることができる。このため、ボール頂点の抽出のための映像処理が容易に可能になるので、リング形状のLED照明を使用することが望ましい。

【0017】図1に示すパッケージ素子18からの反射光の光路は光学系14を通過することにより二分され、空間上の一つの点が映像平面20(図3参照)に二つの点として現われる。これにより、1台のカメラ12によりステレオ映像を得ることが出来るため、3次元検査を行なうことが可能である。

【0018】2台のカメラを使用してステレオ映像を得る従来の方式の場合、2台のカメラに取り付けられたレンズの特性(焦点距離、露出、ズーム、即ち光学系の倍率等)が同一ではなく、2台のカメラの光軸が相互に平行になるように2台のカメラを機械的に固定することが極めて困難、現実的には不可能であるため、映像処理の際にこれらの問題を考慮した複雑なアルゴリズムが必要になる。

【0019】反面、本発明のように1台のカメラ12と光学系14とを使用する場合、一つのカメラレンズ22を通じて映像を取り込むので、前述したような種々の問

題点は解消される。特に、ステレオ映像で相互に一致する点を探すためにエピポーラライン (EpipolarLine) を計算して使用する過程を除いて、同一水平ラインに存在する映像のみを分析すればよい。これによって、映像処理が容易になるのみならず、映像処理速度を高速化することによって、システム全体の性能を向上させることが可能になる。

【0020】図2は本発明に係る半導体パッケージの3次元視覚検査方法及び装置に使用される光学系14の外観斜視図である。図3は本発明に係る半導体パッケージの3次元視覚検査方法及び装置に使用される光学系による映像原理を示す概念図であり、具体的には空間上の一つの点がいかにして映像平面に二つの点としてマッピングされるかを示している。

【0021】図3に示すように、空間上の一点 X_P が光学系14によって X_R と X_L との二つの点に変換された後、カメラレンズ22によって映像平面20上に m_R と m_L との二つの点としてマッピングされる。但し、空間上のあらゆる点がこれらの変換過程を経ることはなく、光学系14であるプリズムの内角 α によって決定される狭い領域内に存在する映像のみが上述のような変換過程を経ることになる。但し、 α は光学系14の機械的内角であり、実際には後述する光学的な意味での有効内角は図4及び図5に示されている δ になる。

【0022】上述の光学系14であるプリズムの内角 α (実際には光学的な有効内角 δ) によって決定される領域をより詳細に具体的に示すと図4及び図5に示されているようになる。

【0023】図4は光学系14の可視領域内における光学系14による視野 (FOV:Field ofView) を示し、図5は仮想のステレオカメラシステムに変換される場合のFOVを示す。なお、図4及び図5において、 δ は上述の如く光学系14の有効内角を示している。

【0024】図4及び図5にそれぞれ示すFOVは大別して三つの領域に区分される。具体的には、(1) 2台のカメラで同時に見える領域、(2) 左側のカメラでのみ観測出来る領域、(3) 右側のカメラでのみ観測出来る領域に区分される。これらの内、上述したように空間上の一つの点が映像平面20において二つの点として現れる点は前述の(1)の領域である。従って、3次元検査が要求される物体を上述の領域(1)内に位置させれば映像処理を行なうことが出来るため、図3の原理によって二枚の映像を得ることができる。

【0025】このように構成された3次元視覚検査装置を使用して得られたマイクロBGAパッケージ素子から得られた映像の例を模式的に図6及び図7に示す。図6は光学系14を使用せずに得られた一枚の映像を模式的に示し、図7は光学系14を使用して得られた二枚の映像を模式的に示す。

【0026】以下に、図8のフローチャートを参照し

て、図7に示すような二枚の映像を使用して3次元情報を得るための映像処理手順 (本発明方法の手順) を示す。

【0027】視覚検査を始める前に、カメラ12及び光学系14の内部パラメーター (焦点距離、スケールファクター、映像平面20と光学系14との間隔、カメラ定数等) を決定するために正確な3次元情報が既知である目標物を使用してカメラキャリブレーション (校正) を行なう (ステップS100)。

【0028】次に、光学系14を使用して得られた二枚の映像をカメラ12で読み込み (ステップS102)、映像処理システム10が二枚の映像上で相互に一致する特徴点を探して抽出し (ステップS104)、抽出された二つの点の間のディスパリティを計算し (ステップS106)、この結果から一致点までの距離及び3次元座標を計算する (ステップS108)。

【0029】上述のステップS104において抽出されるべき映像特徴点は応用分野によって異なるが、BGAパッケージの場合は図6及び図7に示したように、ボールの映像がドーナツ形状に現われるので、球形状のボールの頂点を映像特徴点として使用し、SOP素子の場合はアウトラインの端部が長方形であるので、端部の角を映像特徴点として使用する。

【0030】次に、上述のステップS108において計算された3次元情報を使用して空間上の表面を推定し (ステップS110)、その平面に対する各特徴点等の相対的な分布を分析して3次元検査としての平面性検査を行なう (ステップS112)。即ち、推定された平面上に特徴点が位置していれば大部分の特徴点が同一平面上にあると判断して判定結果は良好であると判断し、平面からの距離が設定した値以上に大きい場合は判定結果は不良と判断する。

【0031】例えば、BGAパッケージのボールの高さ、SOP素子のアウトラインの高さが一定の誤差範囲内に収まっている場合は平面の基板、たとえばPCB (Printed Circuit Board) への組み付けを順調に行なえるので、良好であるとの判定を行ない、その他の場合は基板への組み付けを行なった場合にはある部分は密着するが他の部分は接触が不良になるので、不良と判定する。

【0032】半導体パッケージの場合、一定のパターンが反復するので、前述のステップS104及びS106での映像特徴点の抽出は応用目的に合わせて特化された映像処理アルゴリズムによって抽出可能である。

【0033】なお、ディスパリティ (disparity) からの3次元距離の算出は下記式によって行なわれる。

$$1/d = (k_1/Z_P) + k_2$$

$$\text{但し、} k_1 = k_2 \cdot \tan \delta$$

$$k_2 = 1 / (2 \cdot \alpha_u \cdot \tan \delta)$$

$$\alpha_u = f / c_x$$

【0035】ここで、 d は映像上で計算されたディスパ

リティ、 Z_p は特徴点までの3次元距離 (mm)、 k_1 、 k_2 はカメラ12の内部パラメーター、 t_z は映像平面20と光学系14との距離 (mm)、 δ は光学系14の有効内角 (Radian)、 f はカメラレンズ22の焦点距離 (mm)、 c_x はカメラ12の一つの映像センサーのX軸方向の長さ (mm) である。これらの内、 k_1 、 k_2 、 t_z 、 f は前述のステップS100でのカメラ12の較正の際に決定される。 δ は対象物体の大きさによってFOVと関連して決定され、 c_x はカメラ12が選定されるとその映像アレイの大きさ及び解像度によって決定される。

【0036】このようにして、主要な特徴点までの3次元距離が計算されると、それに基づいて三角法によって該当点の3次元座標が計算可能である。即ち、カメラレンズ22の中心を原点とする3次元座標系において3次元情報がすべて決定され、下記のようにn個の特徴点に関する情報が得られる。

(X_i, Y_i, Z_i) 、 $i = 1, 2, \dots, n$ 、但し、 $n \geq 4$

【0037】この際、隣接する画素間の光度変化を直線補間することにより必要なデータ数に量子化すれば、得られる3次元距離情報の精度が向上する。換言すれば、映像の解像度を画素以下にまで分解することによって、特徴点付近の映像の解像度を向上させれば、映像を分析する接近方式によって3次元距離情報の精度が向上する。

【0038】次に、最小自乗法またはハフ変換 (Hough Transform) を使用して下記式で表現される平面の方程式を抽出し (ステップS110)、該当平面に対する各特徴点の分布特性の分析、即ち共面性 (Coplanarity) を検査する (ステップS112)。

【0039】 $a \cdot x + b \cdot y + c \cdot z = d$

但し、 a 、 b 、 c 、 d は抽出された平面方程式の係数

【0040】以上のようにして最終的に抽出された平面と特徴点との間の垂直距離が基準値以上である場合にはそのパッケージを不良と判定し、一定の誤差範囲内である場合は良好であると判定する。

【0041】

【発明の効果】以上に詳述したように、本発明によれば1台のカメラのみを使用して半導体パッケージの3次元検査を行なうことが出来るという優れた効果を奏する。

【0042】例えば、パッケージ素子の底面に丸いボー

ル形状の鉛を貼り付けて電子回路基板のスルーホールに直接加熱して貼り付けるBGA (Ball Grid Array) パッケージ、パッケージ素子の四方に極めて細いアウトラインを粗密に貼り付けるSOP (Small Outline Package、TSOPまたはTTSOP) 等のボール高さ、アウトライン高さ等を1台のカメラのみを使用して測定することが出来る。

【0043】また、本発明によれば、レーザ光源のような特別な光源装置を別途使用する必要無しに、1台のカメラのみを使用して3次元視覚検査を行なえるので、従来の3次元検査装置と比較して、製造コストを大幅に安価にすることが出来るという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る半導体パッケージの3次元視覚検査方法に使用する装置の構成例を示す模式図である。

【図2】本発明に係る半導体パッケージの3次元視覚検査方法及び装置に使用される光学系の外観斜視図である。

【図3】本発明に係る半導体パッケージの3次元視覚検査方法及び装置に使用される光学系による映像原理を示す概念図である。

【図4】本発明に係る光学系の可視領域内における1台のカメラの可視領域図面である。

【図5】本発明に係る光学系を用いた仮想ステレオカメラの可視領域図面である。

【図6】本発明に係る光学系を使用せずに得られたマイクロBGAパッケージ素子の映像例の模式図である。

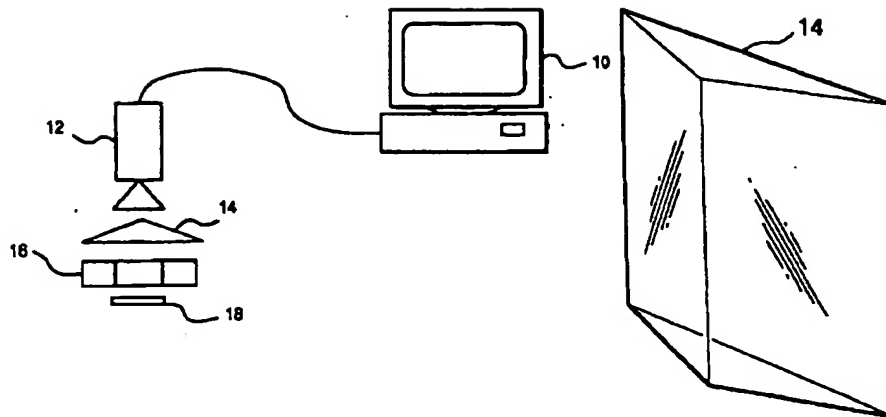
【図7】本発明の半導体パッケージの3次元視覚検査方法及び装置により得られたマイクロBGAパッケージ素子の映像例の模式図である。

【図8】本発明の半導体パッケージの3次元視覚検査方法の3次元情報を得るための映像処理手順を示すフローチャートである。

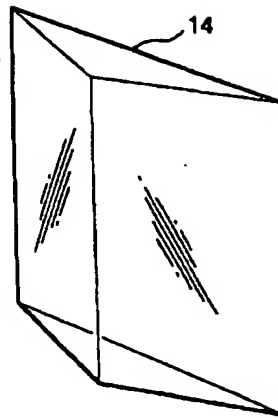
【符号の説明】

- 10 映像処理システム
- 12 カメラ
- 14 光学系
- 16 照明手段
- 18 パッケージ素子
- 20 映像平面
- 22 カメラレンズ

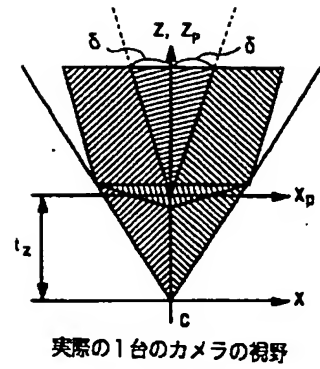
【図 1】



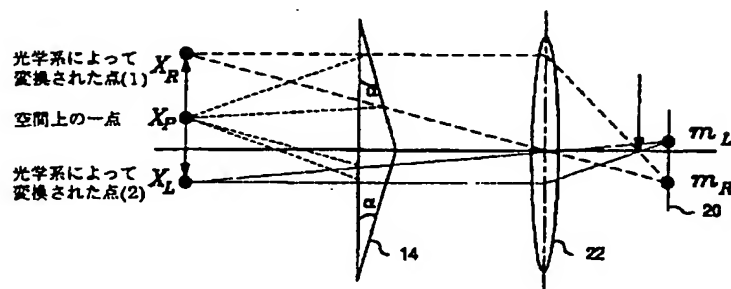
【図 2】



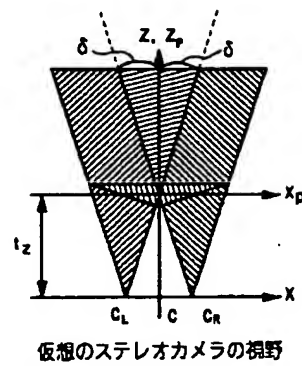
【図 4】



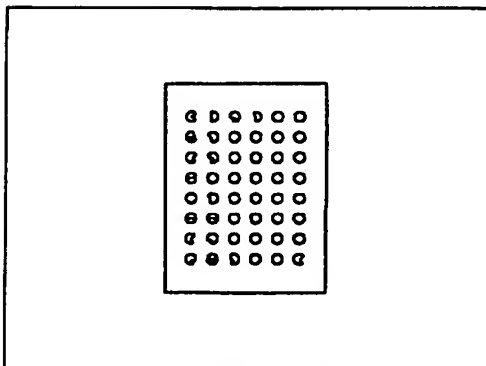
【図 3】



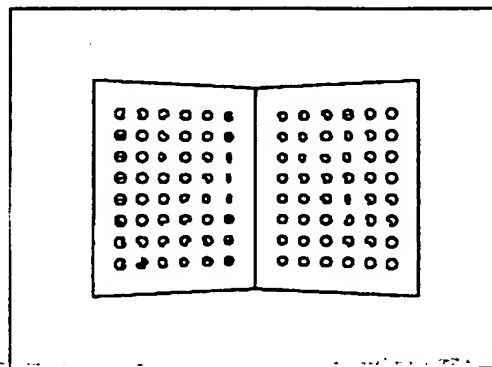
【図 5】



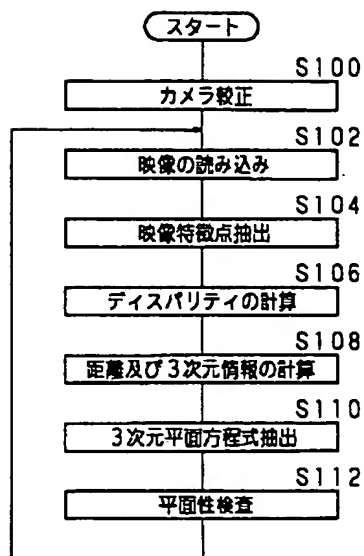
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 權 仁▲召▼

大韓民国大田廣域市儒城区漁隱洞99 ハン
ビッアパート105棟903号

(72)発明者 李 斗鉉

大韓民国京畿道城南市盆唐区野塔洞201番
地 メハ公務員アパート102棟105号

Fターム(参考) 2F065 AA53 BB05 CC17 FF05 JJ03

JJ09 JJ26 LL12 QQ31

2F112 AC03 AC06 BA06 BA10 CA08

CA12 DA10 FA03 FA35 FA45

5B047 AA07 AA12 AB02 BA02 BB04

BC04 BC14 CB22 DC09

5B057 AA03 BA02 BA15 DA04 DB03

DB09 DC05